

Kapean nelikaistaisen tien rakennuskustannukset ja toteutettavuus

Vt 5 Vehmasmäki - Hiltulanlahti

Tiehallinnon selvityksiä 36/2001



S12 Pääteiden parantamisratkaisut

apean nelikaistaisen tien rakennuskustannukset ja toteutettavuus

Vt 5 Vehmasmäki - Hiltulanlahti

Tiehallinnon selvityksiä 36/2001

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-783-5
TIEH 3200682

Edita Oyj
Helsinki 2001

Julkaisua myy:
Tiehallinto, julkaisumyynti
Telefaksi 0204 22 2652
e-mail julkaisumyynti@tiehallinto.fi

TIEHALLINTO
Tie- ja liikennetekniikka
Opastinsilta 12 A
PL 33
00521 HELSINKI
Puhelinvaihte 0204 22 150

TIIVISTELMÄ

Tiehallinnon strategisen projektin S12 Pääteiden parantamisratkaisut yhtenä osaprojektina tutkitaan mm. uusien tietyyppivaihtoehtojen soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin. S12 projektin ensimmäinen tietyyppiselvitys tehtiin Savo-Karjalan tiepiirissä vuonna 1998. Piirissä oli alkamassa valtatie 5 rakentamishanke välillä Vehmasmäki – Hiltulanlahti, jossa uutta tietyyppivaihtoehtoa oli mahdollisuus pilotoida. Selvityksessä "Uusien tietyyppivaihtoehtojen vertailu – Vt 5 välillä Vehmasmäki – Hiltulanlahti" verrattiin kuutta eri poikkileikkausvaihtoehtoa perinteiseen moottoriliikennetiehen. Selvityksen pohjalta toteutettavaksi tietyypiksi valittiin kapea nelikaistainen tie, jossa on kapea (1,7 m) keskikaiteella varustettu keskikaista. Tie avattiin liikenteelle syksyllä vuonna 2000.

Tässä työssä on selvitetty uuden tietyypin toteutuneet rakennuskustannukset ja arvioitu hankkeen kustannuksia, mikäli tietyypiksi olisi valittu perinteinen moottoriliikennetie tai moottoritie. Raportissa esitetään myös käytettyjen uusien ratkaisujen ja menetelmien, kuten putkipalkkikaiteen, masuunihiekastabiloinnin ja törmäysturvallisten liikenteenohjauslaitteiden rakentamiseen liittyviä kokemuksia sekä rakentamisen aikana esille tulleita kehittämiskohteita.

Valtatie 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti hankkeen suunnitteluhistoria on pitkä, alkaen vuonna 1979 valmistuneesta pääsuuntaselvityksestä päättyen tie-suunnitelman muutossuunnitelmaan vuonna 1998. Rakennussuunnitelma laadittiin rakentamisen yhteydessä kokonaisvastuu-urakoinnin periaatteilla. Hankkeen kokonaispituus valtatie 5 osalta oli noin 13,5 km.

Vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti hankkeen kokonaiskustannukset ovat noin 144,6 Mmk, josta lunastus- ja korvauskustannusten osuus on noin 5,0 Mmk. Jos hankkeen kapea nelikaistainen osuus (11 km) olisi toteutettu moottoritienä, hankkeen kokonaiskustannus olisi ollut noin 169,5 Mmk ja moottoriliikennetienä 126,6 Mmk. Moottoritien ja perinteisen moottoriliikennetien kustannukset on määritelty toteutuneiden kustannusten kautta.

Hanke sisälsi Vehmasmäeltä pohjoiseen kapeaa nelikaistaista tietä 11 km ja tästä edelleen pohjoiseen moottoritietä 1,6 km, jonka jälkeen valtatie 5 jatkuu moottoritienä aina Siilinjärvelle asti. Hankkeen sisältämän kapean nelikaistaisen tieosuuden kokonaiskustannukset olivat 88,40 Mmk. Mikäli tämä osuus olisi toteutettu moottoritienä, tieosuuden kokonaiskustannukset olisivat olleet 113,25 Mmk ja moottoriliikennetienä 70,37 Mmk. Kapean nelikaistaisen tien kustannukset olivat siis noin 22 % pienemmät kuin moottoritien ja noin 26 % suuremmat kuin moottoriliikennetien silloin, kun tulevaan moottoritiehen ei moottoriliikennetien ensimmäisessä vaiheessa olisi ollut tarvetta varautua. Vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti välillä liikenne-ennusteiden perusteella olisi kuitenkin ollut syytä varautua moottoritiehen mm. silloissa ja maan lunastuksessa, jolloin moottoriliikennetien kustannus olisi ollut hyvin lähellä toteutetun kapean nelikaistaisen tien kustannuksia.

Kapean nelikaistaisen tien rakentamisessa ei koettu erityisiä ongelmia, jotka olisivat liittyneet toteutettuun poikkileikkaukseen. Yksinkertaisemman, keskeltä harjakallistuksella olevan poikkileikkauksen rakentaminen koettiin helpommaksi ja halvemmaksi kuin moottoritiepoikkileikkauksen, jossa keskellä on kuivatusrakenteita ja ajoradat ovat erotettu leveällä keskikaistalla.

Kapean nelikaistaisen tien keskikaistalle asennettiin putkipalkkikaidetta noin 11,5 km. Kaidetyyppejä ei ole Suomessa käytetty aiemmin. Kaiteen asentamisessa ei ollut ongelmia, vaikka kaidepylväiden upotus tehtiin päällysteen päältä. Kaidekorkeutta 720 mm on pidetty kuitenkin korkeana, koska kaidejohteen profiili on matala. Lähinnä on pelätty, että matala henkilöauto mahtuisi törmätessään kaidejohteen alle. Toteutetuissa törmäystesteissä kaide on toiminut kuitenkin hyväksyttävästi.

Hankkeelle rakennettiin sidottu kantava kerros masuunihiekkastabiloinnilla. Siinä suurin osa sementistä korvataan masuunihiekalla ja sementtiä käytetään aktivaattorina vain pieni määrä. Masuunihiekka on terästeollisuudessa prosessin sivutuotteena syntyvä osa masuunikuonasta, mitä käytetään nykyään yleisesti side- ja rakennusaineena. Hintasuhteeltaan masuunihiekkastabilointi on jonkin verran edullisempaa puhtaaseen sementtimaabetonointiin verrattuna. Raahesta tuotu masuunihiekka osoittautui pitkistä, noin 300 km:n matkasta huolimatta, kilpailukykyiseksi sementtiä korvaavana aineena. Sementtimaabetonointiin verrattuna saavutettiin vajaan 20 % säästö.

Vt 5 Vehmasmäki - Hiltulanlahti hankkeelle rakennettiin törmäysturvallisia opastustauluja 47 kpl. Törmäysturvallisia opastustauluja on Suomessa rakennettu vielä vähän, lähinnä Etelä-Suomen vilkkaille teille. Opastustaulujen tuet suunniteltiin sovellutuksena törmäysturvallisista valaisinpylväistä.

Rakennushankkeen loppuvaiheessa tuli kunnossapitäjien ja pelastuslaitoksen taholta esille toivomus toteuttaa kunnossapito- ja pelastuskalustolle kääntöpaikkoja, koska pitkä yhtäjaksoinen keskikaide vaikeuttaa tehokkaiden aurasreittien suunnittelua ja vaikeuttaa mahdollisesti pelastustoimintaa. Hankkeelle rakennettiin viisi kääntöpaikkaa, joista kaksi on kapean nelikaistaisen tien osuudella. Keskikaiteisiin jätettiin tällöin aukot kääntöpaikkojen kohdille. Aukot suunniteltiin suljettaviksi, mutta luotettavasti toimivia kauko-ohjattavia puomiratkaisuja ei vielä ole löytynyt.

ALKUSANAT

Tässä työssä on selvitetty uuden tietyypin, kapean keskikaiteella varustetun nelikaistaisen tien, toteutuneita rakennuskustannuksia sekä uusien ratkaisujen ja menetelmien toteutettavuutta valtatiellä 5 välillä Vehmasmäki - Hiltulanlahti. Selvityksen tavoitteena on ollut myös arvioida hankkeen kustannuksia, mikäli tietyypiksi olisi valittu perinteinen moottoriliikennetie tai moottoritie.

Tarkastelu tehtiin Tiehallinnon tie- ja liikennetekniikka -yksikön ja Savo-Karjalan tiepiirin toimeksiannosta Tieliikelaitoksen konsultoinnin Itä-Suomen yksikössä. Tilaajan puolelta työtä ohjasivat dipl.ins. Päivi Pesu (Tie- ja liikennetekniikka) ja ins. Hannu Nurmi (Savo-Karjalan tiepiiri). Projektin ohjausryhmään kuuluivat lisäksi Savo-Karjalan tiepiiristä teettämispäällikkö Jukka Karjalainen ja Tieliikelaitoksesta dipl.ins. Olli Mäkelä. Tieliikelaitoksen konsultoinnissa työstä vastasi ins. Kyllikki Komulainen. Selvityksen ovat tehneet ja raportin kirjoittaneet ins. Vesa Partanen, rak.mest. Marja Bäck, rak.mest. Heikki Valkonen ja rak.mest. Markku Savolainen.

Selvitys kuuluu Tiehallinnon strategiseen projektiin S12 Pääteiden parantamisratkaisut.

Helsingissä kesäkuussa 2001

Tiehallinto

Tie- ja liikennetekniikka
Savo-Karjalan tiepiiri

SISÄLTÖ

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | JOHDANTO | 7 |
| 2 | SUUNNITTELUHISTORIA | 9 |
| 3 | RAKENTAMISKUSTANNUKSET | 13 |
| 3.1 | Kapean nelikaistaisen tien toteutuneet kustannukset | 13 |
| 3.2 | Liittymäjärjestelyjen toteutuneet kustannukset | 16 |
| 3.3 | Tiesuunnitelman muutossuunnitelman ja toteutuman väliset erot | 17 |
| 3.4 | Rakentamiskustannukset eri tietyypeille ja ratkaisuille | 18 |
| 3.4.1 | Moottoritie 2x11,75/7,5 | 18 |
| 3.4.2 | Perinteinen moottoriliikennetie MOL 12,5/7,5 | 19 |
| 3.4.3 | Kaiteet | 22 |
| 3.4.4 | Liikenteenohjauslaitteet | 24 |
| 4 | TEKNINEN TOTEUTETTAVUUS | 25 |
| 4.1 | Yleistä rakentamisesta | 25 |
| 4.2 | Suunnittelun aikaiset kokemukset | 26 |
| 4.3 | Rakennusaikaiset kokemukset | 26 |
| 4.3.1 | Putkipalkkikaiteen asentaminen | 26 |
| 4.3.2 | Masuunihiekkastabilointi | 31 |
| 4.3.3 | Törmäysturvalliset liikenteenohjauslaitteet | 32 |
| 4.3.4 | Keskikaiteen huoltoaukot | 33 |
| 5 | KEHITTÄMISKOHTEET | 34 |
| 5.1 | Keskikaide | 34 |
| 5.2 | Uudelleen päällystäminen | 34 |
| 5.3 | Liikenteen ohjaus ongelmatilanteissa | 35 |
| 6 | YHTEENVETO | 36 |

1 JOHDANTO

Tielaitoksen strategisen projektin S12 Pääteiden parantamisratkaisut tavoitteena on kehittää tavallisen kaksikaistaisen tien ja moottoritien välille sijoittuvia uusia tieratkaisuja ja suunnitteluperiaatteita, joilla voidaan parantaa liikenteen turvallisuutta ja sujuvuutta. Projektin yhtenä osavaiheena on tutkia uusien tietyyppivaihtoehtojen soveltuvuutta Suomen olosuhteisiin.

Projektiin kuuluu useita ns. pilottihankkeita, joilla pyritään saamaan käytännön kokemuksia uusista tietyypeistä. Pilottihankkeisiin liittyy toteutettujen hankkeiden seuranta, jonka avulla kootaan systemaattisesti tietoa tietyypin toimivuuden ja soveltuvuuden arvioinnin pohjaksi.

S12 -projektin ensimmäinen pilottihanke on ollut valtatie 5 välillä Vehmasmäki – Hiltulanlahti. Hanke sijaitsee noin 10 km Kuopion eteläpuolella. Siinä on noin 11 km:n pituinen valtatiejakso rakennettu uudelle tielinjalle rinnakkaistieksi jäävän vanhan valtatie itäpuolelle.



Selvitys "Uusien tietyyppivaihtoehtojen vertailu – vt 5 välillä Vehmasmäki – Hiltulanlahti" tehtiin Savo-Karjalan tiepiirissä vuonna 1998. Siinä verrattiin kuutta eri vaihtoehtoa perinteiseen moottoriliikennetiehen. Selvityksen pohjalta toteutettavaksi tietyypiksi valittiin kapea nelikaistainen keskikaiteella varustettu tie, joka valmistui syksyllä 2000. Hankkeen on toteuttanut Tielaitoksen Projekt- ja päällistysyksikkö kokonaisvastuu-urakkana.

Tässä työssä on selvitetty uuden tietyyppin, kapean nelikaistaisen keskikajteella varustetun tien, toteutuneet rakennuskustannukset. Vertailun vuoksi on arvioitu hankkeen kustannuksia, jos tietyyppi olisi ollut perinteinen moottoriliikennetie tai moottoritie. Rakennuskustannukset on eritelty siten, että on saatu selville poikkileikkaustyyppistä aiheutuneet kustannukset. Eri tietyyppien rakennuskustannusten vertailu on tehty toteutuneiden kustannusten kautta.

Raportissa on esitetty tarkasteltavana olevan hankkeen suunnitteluhistoria sekä vaiheet, joiden kautta toteutettuun ratkaisuun on päädytty. Lisäksi tähän raporttiin on koottu suunnittelijan ja urakoitsijan kokemuksia rakennusajalta. Raportissa kuvataan myös uusien menetelmien ja tekniikoiden käyttöä ja rakentamisaikana esille tulleita kehittämiskohteita. Selvityksen tuloksia voidaan hyödyntää tehtäessä valintoja uusien tiehankkeiden poikkileikkaustyyppistä sekä hankkeiden rakentamiskustannusarvioita laadittaessa.

2 SUUNNITTELUHISTORIA

Valtatien 5 osuutta Vehmasmäki – Pitkälähti koskeva pääsuuntaselvitys moottoriliikennetieksi valmistui vuonna 1979. Tuolloin ratkaistiin uuden tie-linjan pääpiirteittäinen sijainti nykyisen valtatie itäpuolelle välillä Vehmasmäki - Hiltulanlahti. Tuolloinen kustannusarvio oli 39,0 Mmk (2/1980 tr-ind. 247). Pääsuuntaselvitys on hyväksytty silloisessa Tie- ja vesirakennushallituksessa 13.12.1982.

Yleissuunnitelma osuuden Vehmasmäki - Hiltulanlahti rakentamiseksi moottoritienä on tehty vuosina 1988-1990. Hankkeen kustannusarvio moottoritienä oli tuolloin 186,0 Mmk (tr-ind. 128). Moottoriliikennetienä ensimmäisen vaiheen kustannusarvio oli 138,0 Mmk. Liikenneministeriö on tehnyt yleissuunnitelman pohjalta toimenpidepäätöksen 8.2.1991.

Tiesuunnitelma, jossa valtatie 5 on suunniteltu moottoritieksi, on valmistunut 15.11.1991. Moottoritiesuunnitelma on ollut nähtävillä tammi – helmikuussa 1992. Kustannusarvio oli 198,6 Mmk (tr-ind. 138), josta rakennuskustannusten osuus oli 187,8 Mmk ja lunastus- ja korvauskustannusten osuus 10,8 Mmk. Yhteiskustannusten osuus oli 13,0 %.

Tiesuunnitelmaa on nähtävillä olon jälkeen tarkistettu siten, että ensimmäisessä vaiheessa rakennettaisiin moottoritien itäinen ajorata moottoriliikennetienä poikkileikkaukseltaan 12,5/7,5. Kustannusten alentamiseksi alkuperäiseen tiesuunnitelmaan sisältyneet Siltamäen palvelualue ja Pellesmäen eritasoliittymä on jätetty toiseen rakentamisvaiheeseen. Tarkistettu tiesuunnitelma on päivätty 2.12.1992. Hankkeen kustannusarvio oli 130,0 Mmk (tr-ind. 138), josta rakennuskustannusten osuus oli 121,3 Mmk ja lunastus- ja korvauskustannusten osuus 8,7 Mmk. Yhteiskustannusten osuus oli 13,0 %. Liikenneministeriö on 21.4.1993 vahvistanut tiesuunnitelman tarkistetussa muodossaan.

Savo-Karjalan tiepiiri on tiesuunnitelman muutospäätöksellään 24.6.1996 tarkistanut moottoriliikennetien poikkileikkausta siten, että poikkileikkaus 12,5/7,5 on korvattu poikkileikkauksella 10,5/7,5 ja kolmella ohituskaistalla. Muutetun poikkileikkauksen mukainen kustannusarvio on 116,4 Mmk (mr-ind. 103,8).

Vuonna 1998 tehtiin strategiseen projektiin S12 liittyen vertailuselvitys vaihtoehtoisten perusratkaisujen soveltuvuudesta ja käyttökelpoisuudesta valtatielle 5 välillä Vehmasmäki - Hiltulanlahti. Vaihtoehtotarkastelussa tutkittiin seitsemää erilaista poikkileikkausvaihtoehtoa. Vaihtoehtoina olivat erilaiset moottoriliikennetieratkaisut ja täysimittainen moottoritie. Tiellä ei siten ole kevyttä tai hidasta liikennettä. Tielle liittyminen ja siltä erkaneminen tapahtuvat eritasoliittymissä.

Vertailun lähtökohtana ja perusvaihtoehtona käytettiin perinteistä MOL – poikkileikkausta 12,5/7,5, jonka hinta oli arvion mukaan 116,7 Mmk. Poikkileikkaustyyppi valittiin perusvaihtoehdoksi ja vertailupohjaksi, koska sen toimivuudesta, turvallisuudesta ja muista ominaisuuksista oli kokemusta ja tutkimustietoa.

Muut tutkitut vaihtoehdot olivat:

- kapea (10,5/7,5) moottoriliikennetie yksittäisin ohituskaistoin, 116,4 Mmk
- ohituskaistatie (13,5/10,5), 119,4 Mmk
- keskikaiteellinen ohituskaistatie (15,8/10,25 betonikaide) ja (14,7/10,25 teräspuikkikaide), 121,6 Mmk
- leveäkaistatie (13,5/11,0), 119,2 Mmk
- kapea nelikaistainen keskikaiteellinen tie (18,8/13,5 betonikaide) ja (17,7/13,5 teräspuikkikaide), 126,1 Mmk
- moottoritie (2x11,75/7,5), 145,2 Mmk.

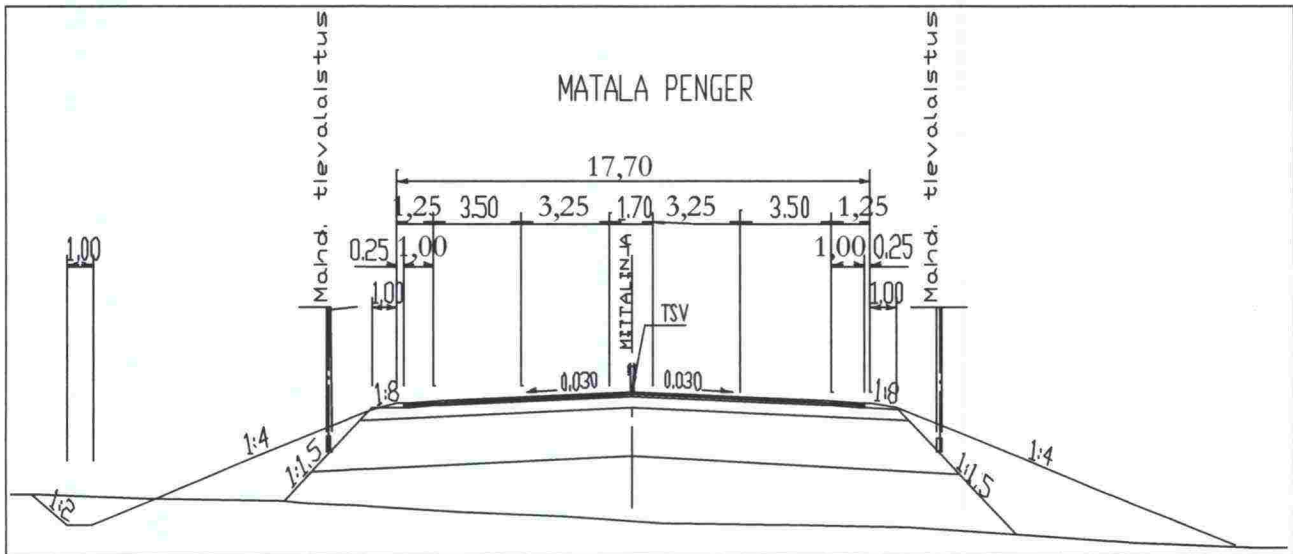
Selvityksessä todettiin, että turvallisuuden ja liikenteellisen toimivuuden kannalta paras vaihtoehto olisi ollut moottoritie. Liikennemäärät eivät tuolloin kuitenkaan edellyttäneet moottoritietasosta ratkaisua. Suurin ongelma oli kuitenkin muihin tarkasteltuihin vaihtoehtoihin verrattuna moottoritien 20 – 30 Mmk kalliimpi hinta.

Liikenneturvallisuuden kannalta parhaimpina vaihtoehtoina pidettiin keskikaiteellisia vaihtoehtoja. Perinteistä moottoriliikennetietä pidettiin turvallisuuden kannalta huonona ratkaisuna erityisesti onnettomuuksien vakavuuden vuoksi.

Talvihoidon kannalta perinteinen moottoriliikennetie ja leveäkaistatie ovat selkeitä ja yksinkertaisia ja siten helpoiten kunnossapidettäviä. Keskikaiteelliset vaihtoehdot ovat ongelmallisia vähäisen lumitilan, kinostamisen ja kaiteiden vierustan vaikeaksi arvioidun puhtaanapidon vuoksi.

Perinteinen moottoriliikennetie oli toteutettavissa olemassa olevan vahvistetun tiesuunnitelman puitteissa, kun taas moottoritievaihtoehto olisi vaatinut vahvistettuun tiesuunnitelmaan verrattuna lisäaluetta ja rakennussuunnitelmia olisi jouduttu uusimaan. Kapean nelikaistatien tiesuunnitelman uudelleen käsittelyn tarpeesta ja aikataulusta ei tuolloin ollut täyttä varmuutta.

Selvityksen perusteella päädyttiin kapeaan nelikaistaiseen tiehen. Ajosuunniteltaan putkipalkkikaiteella erotetun kapean nelikaistaisen tien rakentamisen kokonaiskustannusten arvioitiin tietyppivaihtoehtojen vertailuselvityksessä olevan 126,1 Mmk, josta lunastuskustannusten arvioitiin olevan 8,7 Mmk. Poikkileikkauksena kapealla nelikaistaisella tiellä selvitysvaiheessa käytettiin 17,7/2 x 6,75.



Kuva 2-1. Kapean nelikaistaisen tien poikkileikkaus selvitysvaiheessa.

Perusteet edellä mainittuun ratkaisuun päätymisestä olivat seuraavat:

- Nelikaistaisen keskikaiteella varustetun tien liikenneturvallisuus on hyvä, koska kohtaamisonnettomuudet on estetty. Erityisesti vakavat onnettomuudet vähenevät merkittävästi.
- Nelikaistaisen tien liikenteen sujuvuus ja palvelutaso ovat hyvät. Tarkistettujen liikenne-ennusteiden perusteella palvelutaso on riittävä näköpiirissä olevaan tulevaisuuteen, joten ratkaisua voidaan pitää "lopullisena". Yksiajorataiset ratkaisut edellyttävät varautumista toiseen ajorataan.
- Rakentamiskustannukset eivät ole ratkaisevasti perinteistä moottoriliikennetietä korkeammat. Kustannuseroksi on arvioitu noin 10,0 Mmk eli noin 8 % hankkeen kokonaiskustannuksista. Moottoritiehen verrattuna rakentamiskustannusten eron arvioitiin olevan noin 19,0 Mmk eli noin 15 % pienemmät.

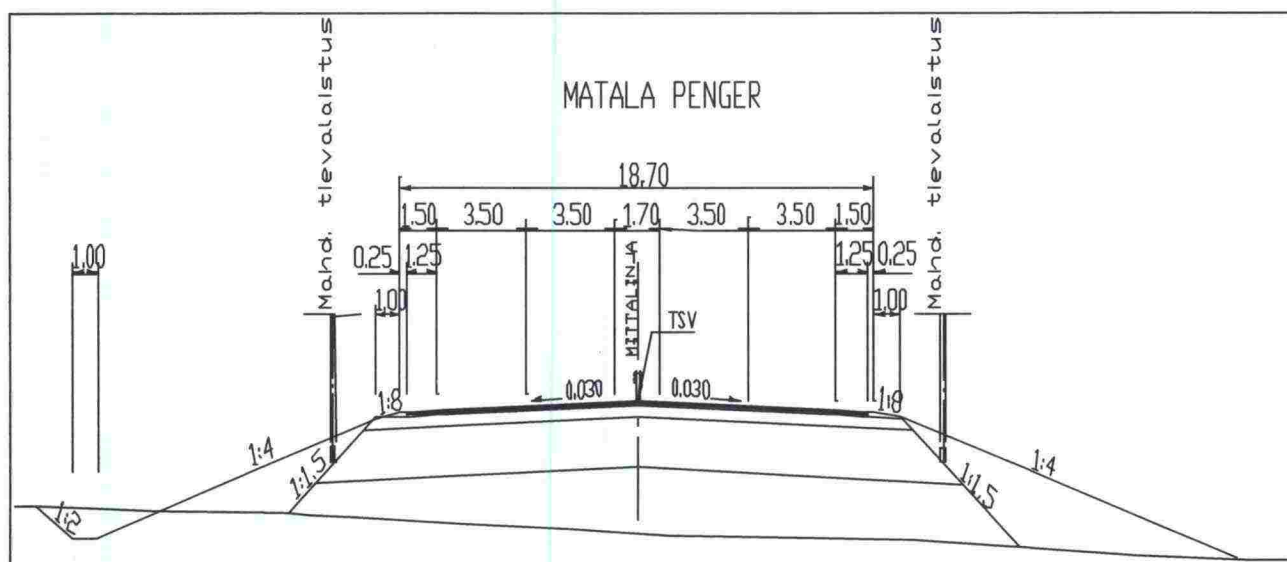
Selvityksen jälkeen laadittiin tiesuunnitelman muutossuunnitelma, joka valmistui 16.6.1998.

Tiesuunnitelman muutossuunnitelmassa kapean nelikaistaisen tien poikkileikkaukseksi valittiin M 2 x 9,25/7kk 0,2, jolloin tie leveni 1,0 metrillä tietyyppiselvityksestä. Lisäksi pengerkaideosuuksille varauduttiin tekemään 0,75 metrin kaidelevennykset. Ajokaistan ja päällystetyn pientareen leventämisellä parannettiin liikenteen sujuvuutta, väljennettiin poikkileikkausta rikkoutuneiden ajoneuvojen varalle ja varauduttiin mahdollisesti myöhemmin tehtävään kaistojen leventämiseen ajoratamaalausten avulla.

Muita tietyyppiselvityksen jälkeen tehtyjä suunnitelmaa tarkentavia muutoksia olivat:

- Humalajoella maantien 553 ja paikallistien 16269 tasoliittymien korvaaminen perusverkon eritasoliittymällä
- hankkeen aloittamiskohdan siirtäminen noin 320 metriä etelämmäksi
- valtatie 5 vähäiset tasauksen muutokset
- Nopon eritasoliittymän ramppien (R1 ja R2) poistaminen ja yksityistiejärjestelyt valtatiellä 9
- alikulkukäytävän rakentaminen valtatielle 9.

Liikenneministeriö vahvisti tiesuunnitelman muutossuunnitelman 13.8.1998 moottoriliikennetienä. Moottoriliikennetiehen päädyttiin, koska tien keskikaista ja pientareet ovat kapeat. Pientareet eivät kaikissa olosuhteissa mahdollista rikkoutuneen ajoneuvon pysäköintiä niin, että siitä pääsisi ajoradan oikeaa kaistaa käyttäen häiriöttä ohitse. Moottoritiellä haluttiin säilyttää oma entinen statuksensa leveine pientareineen ja keskikaistoineen.



Kuva 2-2. Toteutettu poikkileikkaus.

Tiesuunnitelman muutossuunnitelmassa hankkeeseen sisältyi

- valtatie 5 rakentamista 12,5 km
- valtatie 9 rakentamista 2,4 km
- muita yleisiä teitä 2,7 km
- ramppeja 5,8 km
- yksityisteitä 6,0 km.

Hankkeen päämassat tiesuunnitelmavaiheessa olivat:

| | |
|-----------------|------------------------|
| maaleikkaus | 800 000 m ³ |
| kallioleikkaus | 380 000 m ³ |
| murskaus | 500 000 t |
| päällysteitä | 560 000 m ² |
| riista-aita | 4 km |
| risteyssillat | 6 kpl |
| alikulutusillat | 4 kpl |

Kallioleikkausta oli valtatie 5 pituudesta noin 13 % eli 1 600 metrin matkalla.

Hankkeen kokonaiskustannuksiksi arvioitiin 135,0 Mmk (mr-ind. 108,3), josta rakennuskustannuksia oli 126,3 Mmk ja lunastus- ja korvauskustannuksia 8,7 Mmk. Kustannuksiin sisältyy yhteiskustannuksia 13 %.

Taulukko 2-1. Yhteenveto suunnitteluhistoriasta.

| Suunnitelma | Vuosi | Rak.kust.arvio mr-ind. 117,5 joulukuu/2000 | Suunnitelmien vertailun kannalta huomioitavaa |
|--|----------------|--|---|
| Pääsuuntaselvitys moottoriliikennetieksi | 1979 | 97,3 Mmk (MOL) | Tielinjan pääpiirteittäinen sijainti silloisen vt 5 itäpuolelle. |
| Yleissuunnitelma moottoritieksi | 1988 - 1990 | 235,0 Mmk (MO) 174,0 Mmk (MOL 1. vaihe) | Pellesmäen ja Vehmasmäen eritasoliittymät sekä Siltämäen palvelualue sisältyvät suunnitelmaan. |
| Tiesuunnitelma moottoritieksi | 1991 | 232,9 Mmk (MO) | Pellesmäen ja Vehmasmäen eritasoliittymät sekä Siltämäen levähdysalue sisältyvät suunnitelmaan. |
| Tiesuunnitelma moottoriliikennetieksi 12,5/7,5 | 1992 | 152,4 Mmk (MOL) | Pellesmäen eritasoliittymä ja Siltämäen levähdysalue eivät sisälly suunnitelmaan. |
| Tiesuunnitelman muutospäätös | 1996 | 131,8 Mmk | Moottoriliikennetie 10,5/7,5 m + kolme ohituskaisaa. |
| Tietyyppivertailu kapea nelikaistainen tie | 1998 | 142,7 Mmk | Valittu poikkileikkaus 17,7/13,5 m, keskikaiteellinen kapea nelikaistainen tie. |
| Tiesuunnitelman muutossuunnitelma | 1998 | 146,5 Mmk | Poikkileikkaus 18,7/14,0 m keskikaiteellinen kapea nelikaistainen tie. |

3 RAKENTAMISKUSTANNUKSET

3.1 Kapean nelikaistaisen tien toteutuneet kustannukset

Rakentaminen valtatiellä 5 välillä Vehmasmäki – Hiltulanlahti aloitettiin vuonna 1998 ja se valmistuu lopullisesti 2001. Osuus avattiin liikenteelle lokakuussa 2000. Hankkeen kokonaispituus valtatie 5 osalta on 13,5 km, josta kapean nelikaistatien osuus on 11,0 km. Hankkeeseen sisältyy lisäksi

- valtatie 9 rakentamista 2,4 km
- muita yleisiä teitä 2,7 km
- rampeja 5,8 km
- yksityisteitä 6,0 km
- siltoja 14 kpl.

Hankkeen tietöimitus pidettiin kaksivaiheisena. Ensimmäinen tietöimitus pidettiin rakentamisen alussa ja siinä käsiteltiin ja maksettiin haltuunottovaiheessa selvitettävissä olevat korvaukset mm. tiealueista. Tienrakentamisen loppuvaiheessa pidettiin toinen tietöimitus, jossa käsiteltiin ja korvattiin rakentamisen yhteydessä syntyneet haitat ja vahingot sekä tiesuunnitelman mukaisen rajauksen ylitykset.

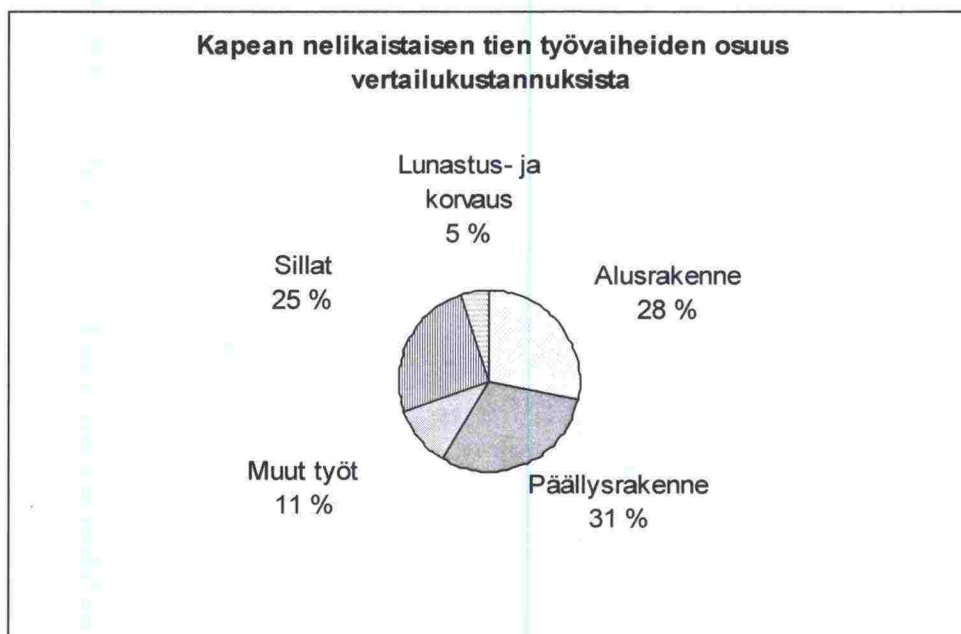
Rakentamisen urakkamuotona on kokonaisvastuu-urakka (KVU). Toteutunut urakkahinta tulee olemaan koko hankkeen osalta noin 139,6 Mmk (ilman

lunastus- ja korvauskustannuksia). Toteutumassa on mukana myös vuoden 2001 hankkeen edellyttämät lisätyöt. Lunastus- ja korvauskustannukset tulevat olemaan koko hankkeen osalta noin 5,0 Mmk.

Kapean nelikaistaisen tien toteutunut **vertailukustannus** (ei sisällä liittymäjärjestelyjä muutoin kuin siltojen osalta, ks. luku 3.2) on 82,60 Mmk, josta lunastus- ja korvauskustannukset ovat noin 4,07 Mmk.

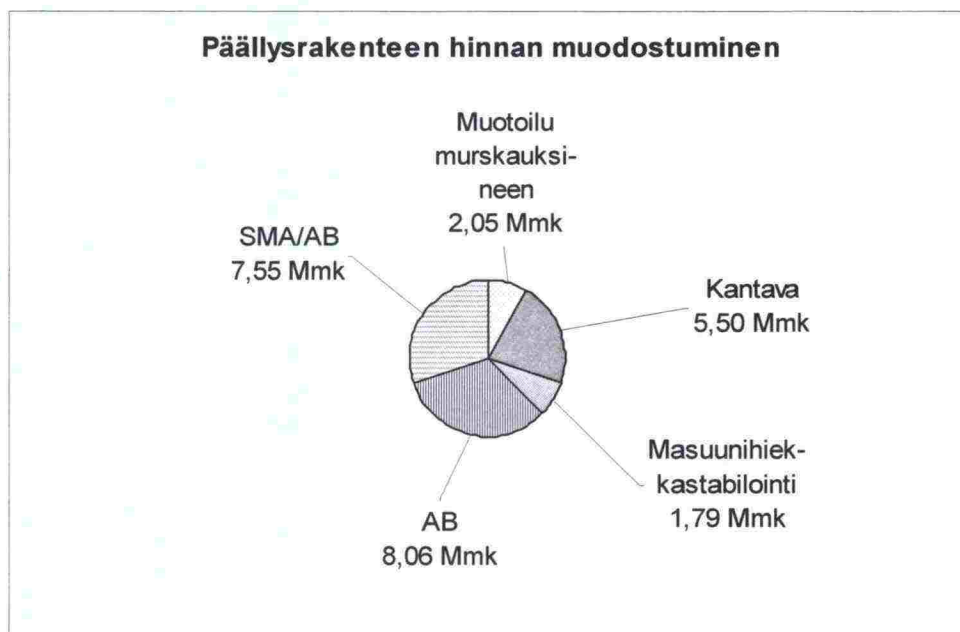
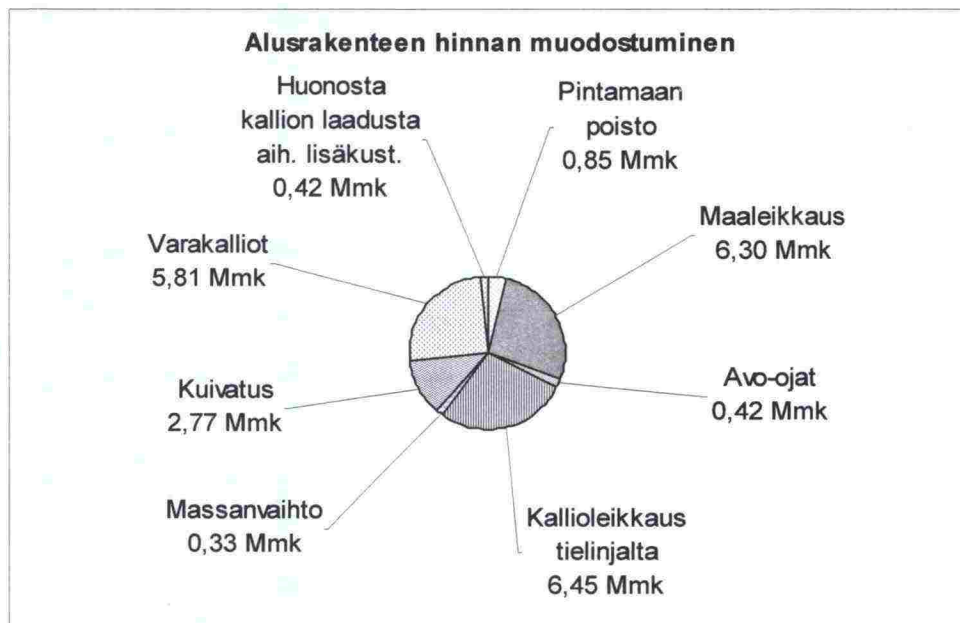
Toteutuneet vertailukustannukset kapealle nelikaistaiselle keskikaiteella varustetulle tielle (11 km) muodostuivat seuraavasti:

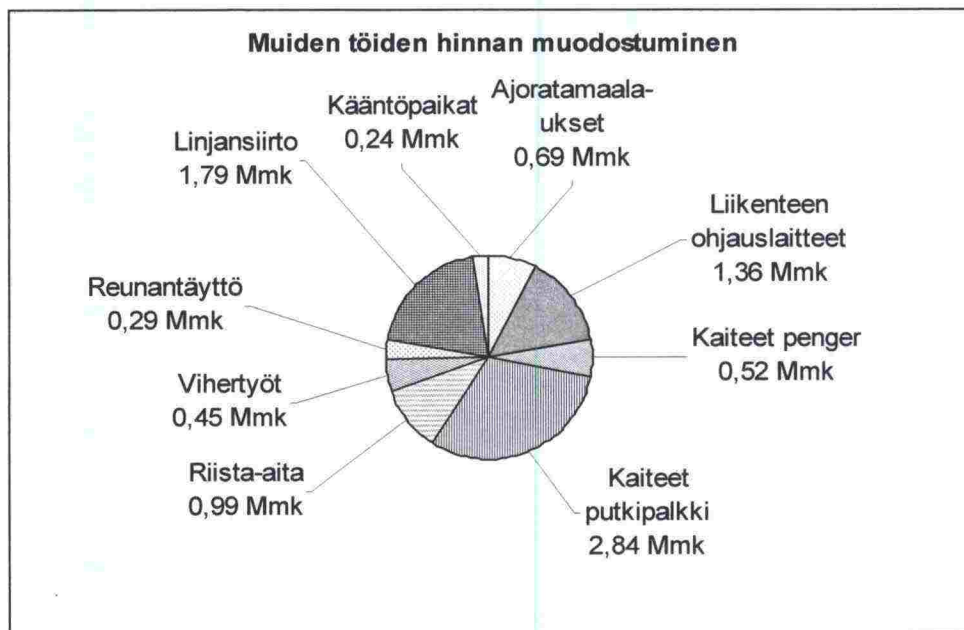
| | |
|---|------------------|
| alusrakenne (pintamaan poisto, maaleikkaus, avo-ojat, rummut, kallioleikkaus ja massanvaihto) | 23,35 Mmk |
| päällysrakenne (muotoilu, kantava, masuunihiekkastabilointi ja päällyste) | 24,95 Mmk |
| muut työt (linjansiirto, kaiteet, riista-aita, liikenteen ohjauslaitteet, ajoratamaalaukset, reunantäyttö, kääntöpaikat, vihertyöt) | 9,17 Mmk |
| sillat 9 kpl (6 risteyssiltaa, 3 alikulkukäytävää) - risteyssillat esijännitettuja jatkuvia palkkisilloja - alikulkukäytävät teräsbetonisia laattakehäsiltoja | 21,06 Mmk |
| lunastus- ja korvaus | 4,07 Mmk |
| YHTEENSÄ | 82,60 Mmk |



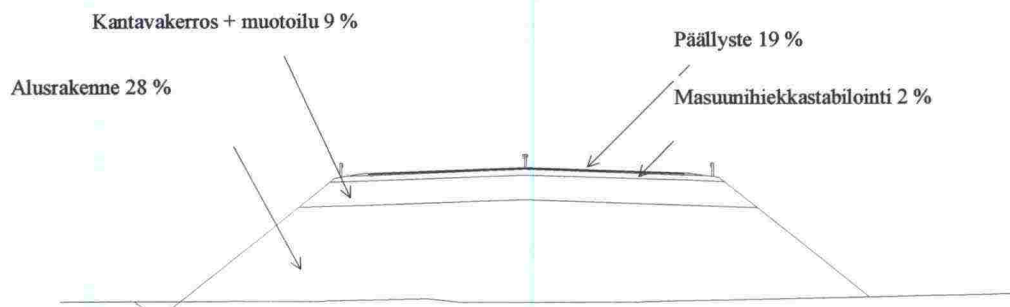
Kuva 3-1. Kapean nelikaistaisen tien eri työvaiheiden osuus vertailukustannuksista.

Kapean nelikaistaisen tien eri työvaiheiden kustannukset muodostuvat oheisten kuvien mukaisesti:





Seuraavassa on esitetty tien eri rakennekerrosten kustannukset prosentteina kapean nelikaistaisen tien vertailuhinnasta.



Hankkeen toteutuneista kustannuksista johdettu kapean nelikaistaisen tien kilometrikustannus, nk. **putkikustannus**, joka sisältää tässä hankkeessa alusrakennetyöt, päällysrakennetyöt ja muista töistä keskikaiteen, liikenteenohjauslaitteet, ajoratamaalaukset, reunantäytön ja vihertyöt sekä lunastus- ja korvauskustannukset on 5,27 Mmk/km. Edellä mainittu putkikustannus ei siis sisällä esim. siltojen ja liittymäjärjestelyjen kustannuksia, jotka ovat hyvin paljon hankkeen luonteesta (mm. liittymätiheys) johtuvia kustannuksia.

3.2 Liittymäjärjestelyjen toteutuneet kustannukset

Valtatielle 5 kapean nelikaistaisen tien osuudelle rakennettiin moottoriliikennetien eritasoliittymä (eroaa moottoritien eritasoliittymästä vain ajoratamerkintöjen osalta) Vehmasmäkeen ja perusverkon eritasoliittymä Humalajoelle. Lisäksi Nopon ylikulkusilta, joka ylittää vanhan valtatie, kuului tieosuuden välttämättömiin liittymäjärjestelyihin.

Vehmasmäen eritasoliittymään kuuluu ramppeja 4,65 km ja kaksi risteyssiltaa. Humalajoen eritasoliittymään kuuluu ramppeja 0,20 km ja yksi risteysilta.

Liittymäjärjestelyjen toteutunut kustannus oli maatöiden osalta 4,83 Mmk, siltojen osalta 8,81 Mmk ja valaistuksen osalta 0,97 Mmk eli yhteensä 14,61 Mmk.

Kapean nelikaistaisen tien osuudelle tehtiin yksityistiejärjestelyjä yhteensä 2,79 km sisältäen kaksi risteyssiltaa ja 3 alikulkukäytävää. Paikallistiejärjestelyjä tehtiin yhteensä 2,30 km, joihin kuului kaksi risteyssiltaa.

Liittymäjärjestelyt olisivat olleet samankaltaiset riippumatta valtatie 5 poikkileikkauksesta. Siksi jatkossa vertailukustannuksena eri tyyppien välillä on käytetty kustannusta, jossa liittymäjärjestelyt eivät ole mukana muutoin kuin siltojen osalta.

3.3 Tiesuunnitelman muutossuunnitelman ja toteutuman väliset erot

Tiesuunnitelman muutossuunnitelman mukainen rakentamiskustannusarvio koko hankkeelle oli 126,3 Mmk (mr-ind. 108,3). Kustannusarvio nykyhintatasoon muutettuna (mr-ind. 117,5 joulukuu/2000) on 137,0 Mmk. Toteutunut urakkahinta koko hankkeelle tulee olemaan 139,6 Mmk (ilman lunastus- ja korvauskustannuksia), joten ero suunniteltuun verrattuna on 2,6 Mmk.

Kv-urakan toteutuksen aikana tiesuunnitelmaan tehtiin tiepiiriin hyväksynnällä seuraavia lisäyksiä, joiden kustannukset eivät sisältyneet tiesuunnitelman kustannusarvioon:

- Humalajoella hankkeen alkamiskohta siirrettiin vielä noin 1,2 kilometriä etelämmäksi ja rakennettiin ohituskaista etelän suuntaan (lisäkustannus noin 3,8 Mmk). Muutoksella saatiin parannettua keskikaiteen sekä erilaisen poikkileikkaustyypin alkamiskohdan havaittavuutta ja liikenneturvallisuutta.
- Kunnossapitäjien ja pelastuslaitoksen toivomuksesta valtateille 5 ja 9 rakennettiin yhteensä viisi kunnossapito- ja pelastuskaluston kääntöpaikkaa, jotka varustettiin kapean nelikaistaisen tien kohdalla keskikaiteeseen jätettävillä aukoilla (yhteensä noin 0,56 Mmk).
- Hiltulanlahden ja Humalajoen eritasoliittymiin tehtiin linja-autopysäkkijärjestelyt (noin 0,15 Mmk).
- Takaharjun alikulkukäytävään rakennettiin pumppaamo (noin 0,12 Mmk).
- Hirviaitoja rakennettiin suunnitellun 4 kilometrin sijasta noin 22 kilometriä (noin 0,81 Mmk).
- Lisäkustannuksia aiheutti myös tielinjalta saatava heikkolaatuinen kallio, jota ei voitu käyttää rakenteisiin, vaan se jouduttiin korvaamaan varaanottoaikoilta tuotavilla kalliomassoilla (noin 0,42 Mmk).

Muutostöitä varten haettiin maanomistajien suostumukset.

3.4 Rakentamiskustannukset eri tietyypeille ja ratkaisuille

3.4.1 Moottoritie 2x11,75/7,5

Moottoritievaihtoehdossa (keskikaista 10,5 m) poikkileikkaus levenee 15,3 m toteutettuun kapeaan nelikaistaiseen poikkileikkaukseen verrattuna. Moottoritien rakentamiskustannuksia arvioitaessa on otettu huomioon massamäärien, kuivatuksen, valaistuksen, keskikaiteen ja siltojen erot. Kustannusarvion perusteena on ollut kapean nelikaistaisen tien toteutuneet kustannukset.

Seuraavassa on esitetty poikkileikkauksen leventämisestä moottoritieksi aiheutuvat muutokset alusrakenteen päämassoihin, kuivatuksen ja päällysrakennekerroksiin:

| Työvaihe | Massamäärien lisäys moottoritieksi % |
|---|---|
| Pintamaan poisto (m ²) | 34,5 |
| Maaleikkaus (m ³ ktr) | 39,8 |
| Kallioleikkaus (m ³ ktr, tielinja) | 61,4 (kallioleikkausten korkeus 0-8 m) |
| Massanvaihto (m ³ ktr) | 102,9 |
| Rummut (m) | 25,8 |
| Salaojat (m) | 50,0 |
| Muotoilu (m ²) | 23,7 |
| Kantava (m ³ rtr) | 14,9 |
| Masuunihiekkastabilointi (m ²) | 23,7 |
| AB (m ²) | 23,7 |
| SMA/AB (m ²) | 23,7 |

Edellä esitettyjen alusrakennetöiden massamäärien, salaojien ja rumpupituuksien lisääntymisestä aiheutuva kustannusvaikutus toteutuneilla hinnoilla laskettuna on 6,96 Mmk ja päällysrakennetöiden 5,03 Mmk.

Valaistus moottoritievaihtoehdossa olisi tullut maksamaan noin 3,07 Mmk, joka on 2,10 Mmk enemmän kuin nyt toteutetussa vaihtoehdossa.

Lunastus- ja korvauskustannukset olisivat kasvaneet noin 3,33 Mmk.

Moottoritien keskikaide perinteisellä kaiteella rakennettuna olisi maksanut noin 3,30 Mmk eli noin 0,46 Mmk enemmän kuin toteutettu putkipalkkikaide. Moottoritien kaideratkaisun ja putkipalkkikaiteen kustannusero muodostuu ajojohteen materiaaalimäärän kasvamisesta sekä kaiteen asennustyön lisääntymisestä moottoritieillä.

Siltoja rakennettiin kapean nelikaistatien osuudelle 9 kpl, joista alikulkukäytäviä oli 3 kpl ja risteyssiltoja 6 kpl. Moottoritiepoikkileikkauksessa risteyssiltoihin olisi voinut rakentaa välituet keskikaistalle, jolloin siltojen kansilaattoja ei olisi tarvinnut esijännittää. Alikulkukäytävät olisivat olleet leveämmät. Yhteensä sillat olisivat tulleet maksamaan noin 6,0 Mmk enemmän kuin toteutetussa vaihtoehdossa.

Moottoritienä toteutetun vaihtoehdon vertailukustannus olisi ollut noin 24,85 Mmk kalliimpi ja putkikustannus 1,72 Mmk/km kalliimpi kuin nyt toteutetun kapean nelikaistatien. Vt 5 Vehmasmäki - Hiltulanlahti -hankkeen kokonaiskustannus moottoritievaihtoehdolla toteutettuna olisi ollut noin 169,5 Mmk (lunastus- ja korvauskustannuksineen).

3.4.2 Perinteinen moottoriliikennetie MOL 12,5/7,5

Perinteisessä moottoriliikennetievaihtoehdossa poikkileikkaus kapenee 6,2 m toteutettuun kapeaan nelikaistaiseen poikkileikkaukseen verrattuna. Perinteisen moottoriliikennetien rakentamiskustannuksia arvioitaessa on otettu huomioon samat seikat kuin edellä moottoritievaihtoehtoa tarkasteltaessa eli massamäärien, kuivatuksen, valaistuksen, keskikaiteen ja siltojen erot. Kustannusarvion perusteena on ollut kapean nelikaistaisen tien toteutuneet kustannukset.

Seuraavassa on esitetty poikkileikkauksen kaventamisesta perinteiseksi moottoriliikennetieksi aiheutuvat muutokset alusrakenteen päämassoihin, kuivatukseen ja päällysrakennekerroksiin:

| Työvaihe | Massamäärien pieneneminen perinteiseksi moottoriliikennetieksi % |
|---|--|
| Pintamaan poisto (m ²) | 11,6 |
| Maaleikkaus (m ³ ktr) | 15,7 |
| Kallioleikkaus (m ³ ktr, tielinja) | 10,6 |
| Massanvaihto (m ³ ktr) | 26,1 |
| Rummut (m) | 10,5 |
| Salaojat (m) | 0,0 |
| Muotoilu (m ²) | 30,2 |
| Kantava (m ³ rtr) | 28,0 |
| Masuunihiekkastabilointi (m ²) | 30,2 |
| AB (m ²) | 30,1 |
| SMA/AB (m ²) | 30,1 |

Edellä esitettyjen alusrakennetöiden massamäärien, salaojien ja rumpupiti-
tuuksien pienentymisestä aiheutuva kustannusvaikutus toteutuneilla hinnoilla
laskettuna on 1,82 Mmk ja päällysrakennetöiden 6,89 Mmk.

Valaistus perinteisessä moottoriliikennetievaihtoehdossa olisi ollut samanlai-
nen kuin nyt toteutetussa vaihtoehdossa.

Lunastus- ja korvauskustannukset olisivat pienentyneet poikkileikkauksen
kaventumisen myötä noin 1,35 Mmk.

Perinteisessä moottoriliikennetiessä keskikaide olisi jäänyt kokonaan pois,
joten sen vaikutus kustannuksiin on 2,84 Mmk.

Siltojen lyhenemisestä aiheutuva kustannusvaikutus on noin 5,13 Mmk.
Kustannukset on laskettu olettaen, ettei risteyssiltoihin eikä alikulkukäytäviin
ole jätetty moottoritievараusta.

Perinteisenä moottoriliikennetienä, jossa ei ole moottoritievarausta, toteutetun vaihtoehdon vertailukustannus olisi ollut noin 18,03 Mmk halvempi ja putkikustannus 1,17 Mmk/km halvempi kuin nyt toteutetun kapean nelikaistatien. Vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti -hankkeen kokonaiskustannus olisi ollut noin 126,6 Mmk (lunastus- ja korvauskustannuksineen).

Perinteisenä moottoriliikennetienä, jossa on moottoritievarausta, toteutetun vaihtoehdon vertailukustannus olisi ollut noin 2,22 Mmk halvempi ja putkikustannus 0,74 Mmk/km halvempi kuin nyt toteutetun kapean nelikaistatien. Vt 5 Vehmasmäki - Hiltulanlahti hankkeen kokonaiskustannus olisi ollut noin 142,4 Mmk (lunastus- ja korvauskustannuksineen).

Oheisessa taulukossa on yhteenveto tarkasteltujen työvaiheiden kustannusvaikutuksista eri poikkileikkauksiin sekä erikseen eri tietyyppien vertailukustannukset, putkikustannukset, kokonaiskustannukset ja koko hankkeen kustannukset.

Taulukko 3-1. Yhteenvedotaulukko kustannuksista kapean nelikaistaisen tien osuudelta (11 km) ja koko hankkeen osalta.

| | Kapea nelikaistainen tie + keskikaide 2x9,25 / 7 | MOL 12,5 / 7,5 (ilman moottori- tievarausta) | MOL 12,5 / 7,5 (sis. moottori- tievarauksen) ⁶⁾ | MO 2x11,75 / 7,5 |
|--|---|--|--|-------------------|
| Alusrakenne | 23,35 Mmk | 21,53 Mmk | 21,53 Mmk | 30,31 Mmk |
| Päällysrakenne | 24,95 Mmk | 18,06 Mmk | 18,06 Mmk | 29,98 Mmk |
| Keskikaide | 2,84 Mmk | 0,00 Mmk | 0,00 Mmk | 3,30 Mmk |
| Valaistus ¹⁾ | 0,97 Mmk | 0,97 Mmk | 0,97 Mmk | 4,04 Mmk |
| Sillat | 21,06 Mmk | 15,93 Mmk | 27,06 Mmk | 27,06 Mmk |
| Muut työt | 6,33 Mmk | 6,33 Mmk | 6,33 Mmk | 6,33 Mmk |
| Lunastus- ja korvaus- kustannukset | 4,07 Mmk | 2,72 Mmk | 7,40 Mmk | 7,40 Mmk |
| Vertailukustannus ²⁾ | 82,60 Mmk | 64,57 Mmk | 80,38 Mmk | 107,45 Mmk |
| Putkikustannus ³⁾ | 5,27 Mmk/km | 4,10 Mmk/km | 4,53 Mmk/km | 6,99 Mmk/km |
| Kokonaiskustannus ⁴⁾ | 88,40 Mmk | 70,37 Mmk | 86,19 Mmk | 113,25 Mmk |
| Koko hankkeen ko- konaiskustannus ⁵⁾ | 144,6 Mmk | 126,6 Mmk | 142,4 Mmk | 169,5 Mmk |

¹⁾ Kapealla nelikaistaisella tiellä ja MOL –vaihtoehdoissa valaistus on vain liittymissä (0,97 Mmk kuuluu liittymäjärjestelyjen kustannuksiin). Moottoritiellä valaistus on myös tielinjalla (tielinjan osuus 3,07 Mmk ja liittymien osuus 0,97 Mmk, joka kuuluu liittymäjärjestelyjen kustannuksiin), koska moottoritieosuudella Hiltulanlahdesta Siilinjärvelle on toteutettu myös valaistus koko tielinjalla.

²⁾ Vertailukustannus on laskettu toteutetun kapean nelikaistaisen tien osuudelta (11 km). Vertailukustannukseen ei ole laskettu liittymäjärjestelyjen (ks. luku 3.2) kustannuksia muutoin kuin siltojen osalta.

³⁾ Putkikustannus sisältää alusrakenne- ja päällysrakennetyöt, keskikaiteen, liikenteenohjauksen, ajorataa-alueen, reunantäytön, vihertyöt sekä lunastus- ja korvauskustannukset. Moottoritien putkikustannukseen kuuluu myös tielinjan valaistus (3,07 Mmk). Putkikustannus on laskettu kapean nelikaistaisen tien osuudelta (11 km).

⁴⁾ Kokonaiskustannus sisältää kapean nelikaistaisen tien osuudelta (11 km) kaikki kustannukset liittymäjärjestelyineen.

⁵⁾ Koko hankkeen kokonaiskustannus sisältää kaikki vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti hankkeeseen kuuluneet kustannukset.

⁶⁾ Moottoritievarauksessa on otettu huomioon siltojen ja lunastus- ja korvauskustannusten osuus.

3.4.3 Kaiteet

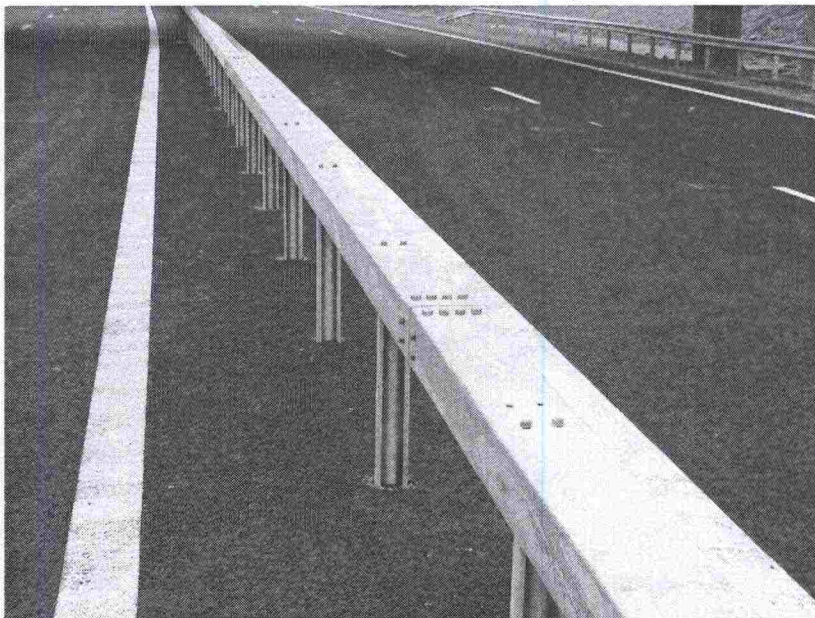
Hanketta varten vertailtiin kolmea kaidetyyppiä kapean nelikaistatien keskikaiteeksi. Vertailussa oli mukana perinteinen W-johde kaksipuoleisena, keltu betonikaide ja putkipalkkikaide.

Kaksipuolisen W-johdekaiteen hyviä puolia olivat sen suhteellisen halpa hinta ja auraukesteävyye. Huonoina puolina olivat sen kolhiintuvuusherkkyys, kinostaminen sekä ulkonäköseikat. Kaiteen ominaisuuksia oli testattu Porissa vuonna 1999. Siinä havaittiin, että rakenne ei ollut riittävän jäykkä kapean keskikaistan kaiteeksi ja kaide olisi edellyttänyt jatkokehittelyä. Kaiteen sivusiirtymä oli liian suuri.

Päällysteen päälle asennettu betonikaide arvioitiin melko turvalliseksi ja aurauksen ja liikenteen kestäväksi. Hyviä puolia olivat vielä korjaustarpeen vähäisyys sekä mahdollisuus valaisinpylväiden sijoittamiseen kaiteeseen. Huonoja puolia olivat kinostaminen ja huomattavasti kalliimpi hinta. Betonikaiteen hinta on noin kolminkertainen toteutettuun putkipalkkikaiteeseen verrattuna.

Putkipalkkikaiteen hyvinä puolina nähtiin sen turvallisuus, korjaustarpeen vähäisyys, toimintavarmuus (vaikka pylväitä puuttuisikin), aurauksen kestävyys, kinostamattomuus sekä hinta. Valittu kaidetyyppi on testattu Sveitsissä 4 m:n johteella varustettuna ja Suomessa 12 m:n johteella varustettuna. Putkipalkkikaiteesta on saatu hyviä kokemuksia Kanadasta ja Sveitsistä vastaavilta teiltä.

Tiepiiri päätyi putkipalkkikaiteeseen sen ulkomaisten hyvien kokemusten ja edullisuuden vuoksi. Putkipalkkikaidetta asennettiin noin 11,5 km ja sen kustannuksiksi muodostui 2,84 Mmk.



Kuva 3-2. Putkipalkkikaide.

Lisäksi katsottiin, että vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti hanke oli sopiva kohde kokeilla myös erilaisia sillankaidetyyppejä. Humalajoen risteys sillalla on keskikaiteena asfaltin päällä irrallinen laipallinen elementtikaide, Varioguard, ja reunakaiteena on saksalainen törmäyskokeessa testattu H2-luokan Safetyrail. Kummassakin on samanlainen johde kuin keskikaiteessa. Kaidetyypit ovat Keski-Euroopassa käytettyjä. Kokeilut ovat laatuaan ensimmäiset Suomessa.



Kuva 3-3. Varioguard-kaide.



Kuva 3-4. Edustalla Varioguard-kaide, taustalla Safetyrail-kaide.

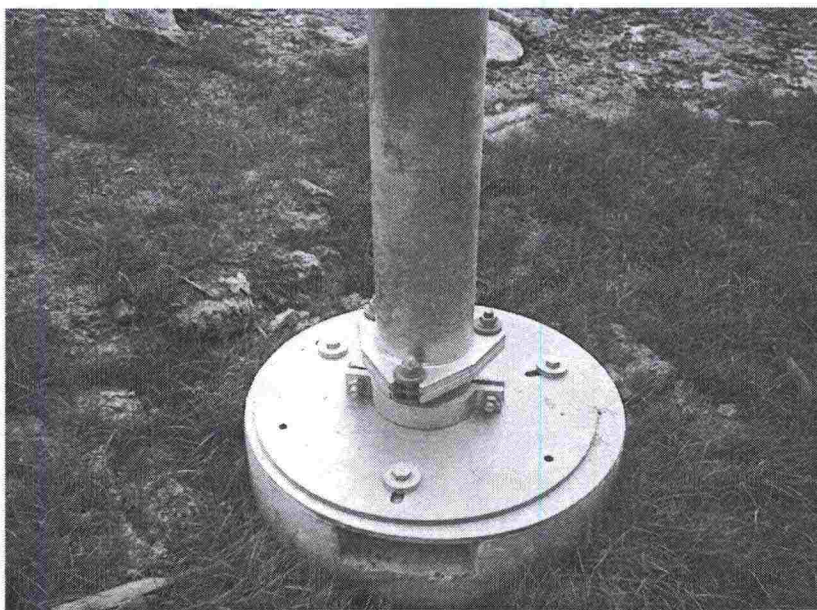
3.4.4 Liikenteenohjauslaitteet

Uusien tietyyppivaihtoehtojen vertailuselvityksessä on uusien poikkileikkaustyyppien arveltu vaativan myös liikenteen ohjaukselta uusia ratkaisuja. Sen mukaan poikkileikkausten toiminnan kannalta selkeällä opastuksella ja ohjauksella on keskeinen merkitys. Tietilan optisilla tekijöillä, mitoituksella, muotoilulla ja varustuksella tulee tienkäyttäjälle viestittää, että kuljetaan uudentyyppisellä tiellä.

Hankkeella vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti kapea nelikaistainen tie on merkitty ennakkomerkein moottoriliikennetieksi. Tämä saattaa antaa tienkäyttäjälle hiukan harhaanjohtavan kuvan, koska moottoriliikennetiet ovat yleensä yksiajorataisia. Toisaalta tietyyppi on mitoitukseltaan moottoritietä selvästi kapeampi.

Poikkileikkauksen leveyden vuoksi portaalit on rakennettu ristikkorakenteisina. Kapealla nelikaistaisella tiellä keskikaistalle tulevaa portaalin tukea ei ollut mahdollista toteuttaa.

Hanke on ensimmäinen kohde, jossa otettiin käyttöön törmäysturvalliset opastustaulujen tuet. Nykyiset ohjeet vaativat törmäysturvallisten tukien käyttöönottoa kaikilla uusilla vilkkailla pääteillä. Koska tukien käyttöönotto ensimmäisellä hankkeella on edellyttänyt tuotekehittelyä sekä niiden valmistajilta että rakentajilta/asentajilta, kustannukset nousivat melko korkeaksi. Törmäysturvallisten liikenteenohjauslaitteiden toteutus asennuksineen tuli noin 70 % kalliimmaksi kuin perinteisten liikenteenohjauslaitteiden.



Kuva 3-5. Törmäysturvallisen opastustaulun liukulaippa.



Kuva 3-6. Törmäysturvallinen opastustaulu.

4 TEKNINEN TOTEUTETTAVUUS

4.1 Yleistä rakentamisesta

Kapean nelikaistaisen tien rakentamisessa ei koettu erityisiä ongelmia, jotka olisivat liittyneet poikkileikkaukseen. Päinvastoin yksinkertaisemman, keskeltä harjakallistuksella olevan poikkileikkauksen rakentaminen oli helpompaa ja halvempaa kuin moottoritiepoikkileikkauksen, jossa keskellä on kuivatusrakenteita ja ajoradat ovat erillään.

Maaleikkauksissa, kallion louhinnassa ja pengerryksissä konetyö on jonkin verran yksinkertaisempaa, koska alusrakenteeseen tulee vain yksi taite ja poikkileikkaus on laajempi. Tämän kustannusvaikutusta hintoja alentavana tekijänä on kuitenkin vaikea määrittää. Suurimman alusrakenneurakan tehneen aliurakoitsijan mukaan tämä seikka oli huomioitu urakkalaskennassa. Maansiirtotyöt olivat massiivisia ja siten yhtälailla kovan kilpailun alaisia poikkileikkausmuodosta riippumatta.

Penkereiden ja päällysrakennekerrosten tiivistäminen oli yhtenäisestä rakenteesta johtuen helpompaa ja tulos tasalaatuisempaa. Myös kuljetusajoneuvojen ajoreitit hajaantuivat poikkileikkauksessa tasaisemmin ja auttoivat osaltaan penkereiden tasalaatuisempaan tiivistämiseen.

Päällysrakennekerrokset ovat helposti rakennettavissa aina siihen saakka, kunnes keskikaiteen pylväät on pystytetty. Sen jälkeen työnjärjestely on suunniteltava tarkemmin jäljellä oleville töille, koska keskikaide asettaa esteen eri ajoratojen välille. Keskikaiteeseen jätettiin kulkuaukkoja työmaan kuljetuksia varten aina valmistumisviikolle saakka. Kulkuaukot olivat noin 0,5 – 1,0 km:n välein.

Tärkeänä yksityiskohtana päällysrakennevaiheessa on, että kantavan kerroksen harja tulee eri työvaiheissa tarkasti tien keskelle, samoin kuin keskikaiteen pylväslinja. Nämä seikat osattiin ennakoida, eikä niissä ollut ongelmia.

Mittaustyötä helpottaa ja vähentää jonkin verran se, että poikkileikkauksen korkeusmerkkejä tarvitaan noin neljännes vähemmän kuin moottoritiepoikkileikkauksessa.

Vehmasmäen eritasoliittymän pohjoispuolella sijaitsevassa penkereessä ilmenevät painumat johtuvat talvirakentamisesta, eivätkä liity millään tavalla poikkileikkauksratkaisuun. Rakenteilla oleva penger jäätynä kovien pakkasten vuoksi. Koska tie on jo päällystetty, oikaistaan painumat penkereen sulettua tasausmassalla.

4.2 Suunnittelun aikaiset kokemukset

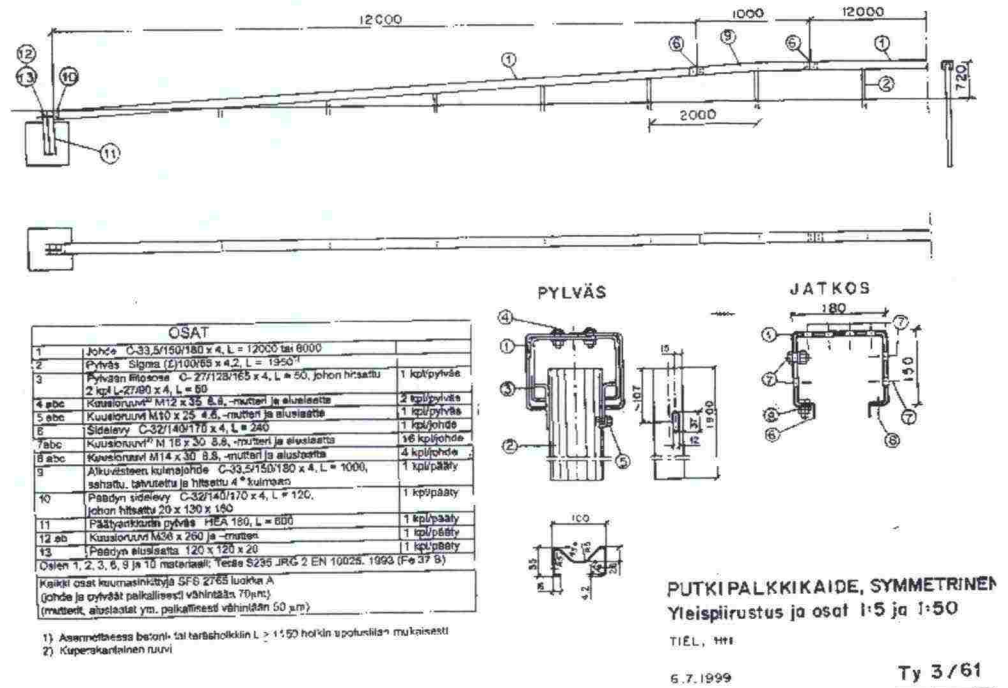
Kapean nelikaistaisen tietyyppin valinnalla ei varsinaisen rakennussuunnittelun kannalta ole ollut suurta merkitystä. Merkittävin ero suunnittelun kannalta on varsinaisen keskikaistan puuttuminen verrattuna moottoritien poikkileikkaukseen. Keskikaistan puuttuminen helpottaa kuivatussuunnittelua, koska pintakuivatus voidaan tehdä kallistamalla tie harjaan myös kaarteissa. Tämän ovat mahdollistaneet suuret kaarresäteet ($R_{\min} = 3\,000$).

Keskikaistan kaideratkaistu lisää suunnittelutyötä kaiteen aloittamisen, lopettamisen, huoltoaukkojen ja yksityiskohtien suunnittelun osalta. Vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti välillä ongelma jäi vähäiseksi, koska Vehmasmäessä nelikaistainen poikkileikkaus jatkui ohituskaistalla ilman kaidetta ja Hiltulanlahdessa moottoritienä.

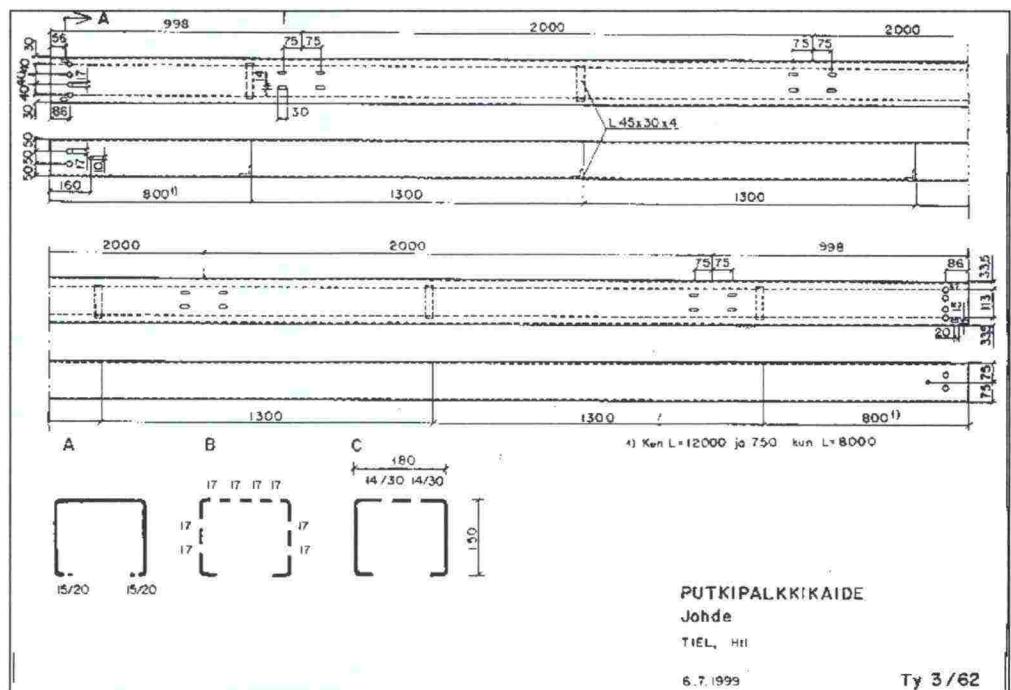
4.3 Rakennusaikaiset kokemukset

4.3.1 Putkipalkkikaiteen asentaminen

Vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti -hankkeelle asennettiin putkipalkkikaidetta vuoden 2000 kesällä noin 11,5 km. Kaidetyyppejä ei ole Suomessa käytetty aiemmin. Kaiteen tyyppipiirustukset laati Tiehallinnon Tie- ja liikennetekniikka -yksikkö käyttäen mallinaan sveitsiläistä kaidetta.



Kuva 4-1. Putkipalkkikaiteen tyypipiirustus.



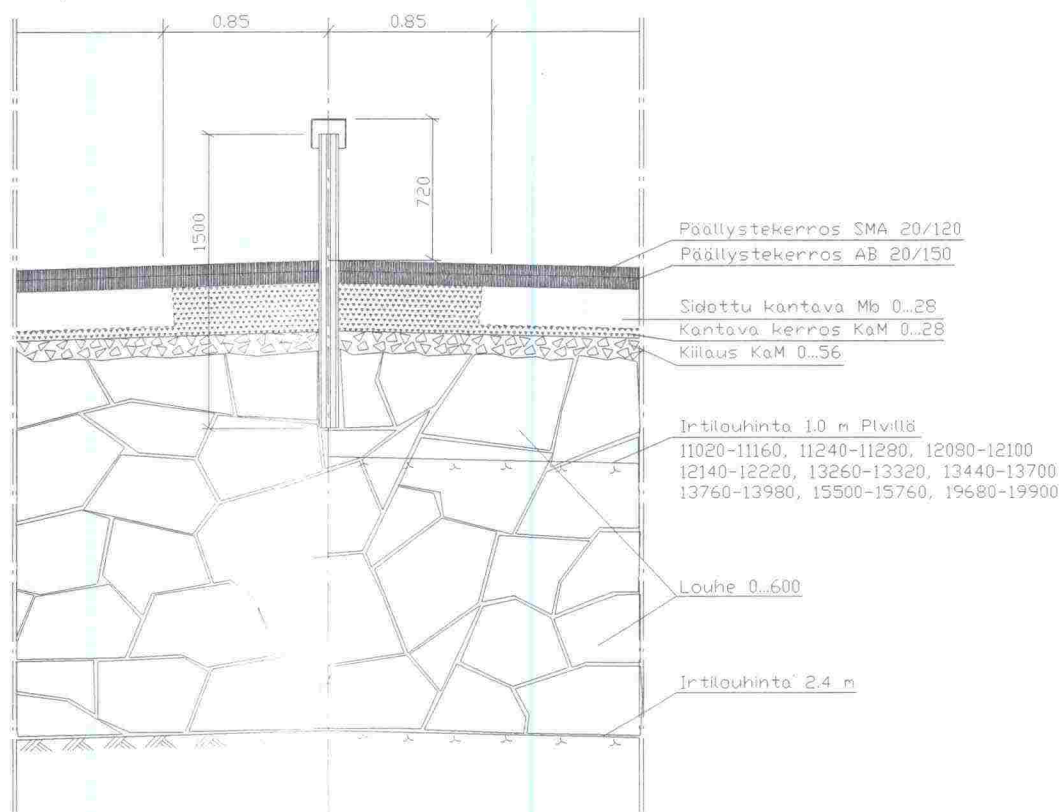
Kuva 4-2. Putkipalkkikaiteen johteen tyypipiirustus.

Kaidetarvikkeet hankkeelle valmisti Rautaruukki Oyj. Kaiteessa on C-150/180 johde ja Σ -100 pylväät 2 m:n välein. Alkuperäisessä kaiteessa johteen pituus oli 4 m, mutta suomalaiseen valittiin valmistus- ja asennuskustannusten pienentämiseksi 12 m. Johteen pidennyksen vaikutus selvitettiin Suomessa törmäyskokeella.

Kaiteen asennuksen suoritti aliurakoitsijana KuuRas Oy. Sama yritys pystytti myös tien ulkoreunalle tulevat pengerkaiteet.

Koko työalueella on louhepatjarakenne, jonka päälle on ajettu kantavan kerroksen mursketta 0 – 28 mm 25 cm:n paksuudelta. Kaideurakoitsija esirei'itti kaidetolppien paikat ajetun murskeen päältä kaivinkoneen iskuvasaralla. Esirei'ityksen yhteydessä louhepatjassa olevat kivet rikkoutuivat kaidetolpan kohdalta ja mursketta valui louheeseen pehmentämään kaidetolpan myöhempiä lyöntiä. Kahden metrin välein oleva esirei'itys ja siis kaidetolppien paikka valittiin parittomalle metriluvulle paalutuksessa, jotta kantavan kerroksen ajoa ja masuunihiekkastabilointia varten 20 m:n välein oleva paalutus ja korkomerkinnät pysyivät paikallaan. Rei'itysryhmä käytti noin 50 m pitkää narua reikäpaikkojen merkitsemiseen. Mittausryhmä mittasi rei'ityspisteiden koordinaatit noin 200 – 300 m:n välein.

Tämän jälkeen tehtiin masuunihiekkastabilointi 20 cm:n paksuudelta kantavasta kerroksesta. Keskikaista jätettiin stabiloimatta. Sen jälkeen suoritettiin asfaltointi yli koko poikkileikkauksen.



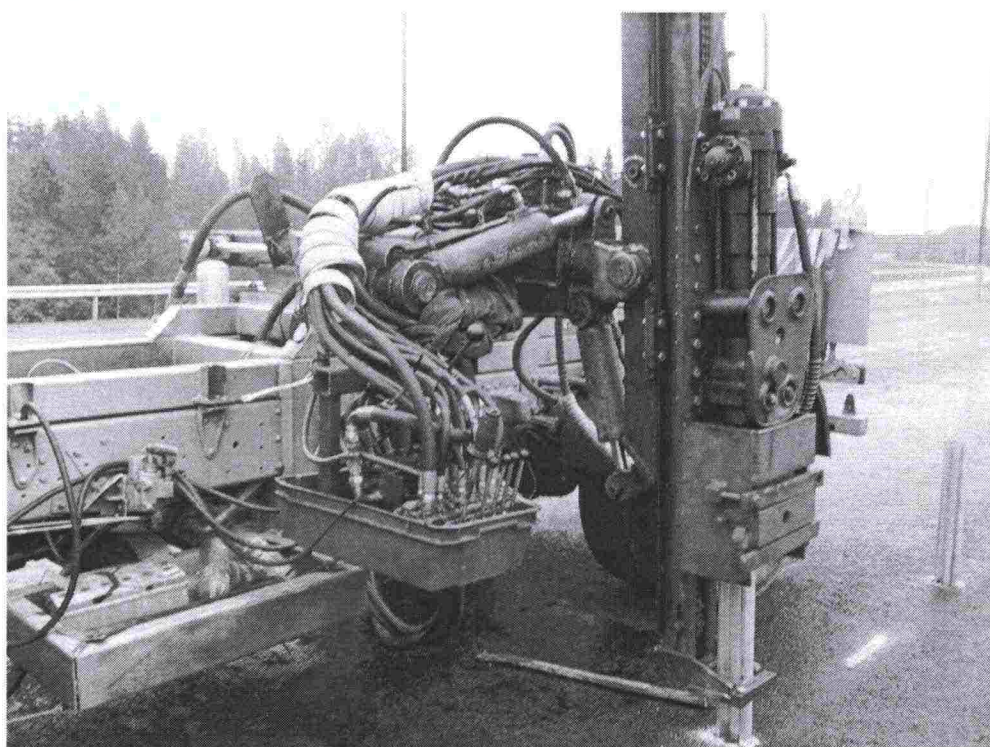
Kuva 4-3. Periaatepiirros keskikaiteesta tierakenteessa.

Mittausryhmä merkitsi päällystyksen jälkeen keskilinjan/kaiteen paikan asfalttiin. Tämän jälkeen kaideurakoitsija merkitsi narun avulla maalimerkein asfalttiin esirei'ityskohdille kaidetolppien paikat. Kaidetolppien pystytys tapahtui päällysteen läpi lyöden normaaliin tapaan kuorma-autoon kiinnitetyllä iskuvasaralla. Päällysteen läpäisy tapahtui siististi, eikä paikkauksia asfaltilla tolppien juuressa tarvittu. Noin 1 – 2 kpl:lla sadasta pylvästä oli tunkeutumisongelmia, jolloin pylvästä lyhennettiin.

Kuvissa 4-4 ja 4-5 on esitetty kaidetolppien upotusta.



*Kuva 4-4. Kaidetolpan pystytys tehtiin kuorma-autoon kiinnitetyllä isku-
vasaralla.*



Kuva 4-5. Kaidetolpan pystytys iskuvasaralla onnistui hyvin.

Pylvästyksen jälkeen johteet jaettiin pylväslinjan viereen, nostettiin paikoilleen ja asennettiin. Viimeisenä vaiheena kaide oikaistiin. Huomattavaa on, että jo pylvästyksen tulee olla suora, koska sivusuuntaista oikaisua ei voi eikä tässä tapauksessa tarvinnut tehdä.



Kuva 4-6. Kaidejohteen asennus.

Urakoitsijan työryhmään kuului kaivinkone ja 2 kuorma-autoa, joista toiseen oli asennettu tolppien pystytystä varten iskuvasara. Kuljettajineen ja apumiehineen työryhmän vahvuus oli 3 – 4 henkilöä.

Työsaavutus esirei'ityksessä oli n. 600 m / 8 h ja asfaltin päältä pylväiden pystytyksessä johteineen valmiiksi asennettuna 300 - 400 m / 8 h.

Kaideen rakennusvaiheessa ajatuksena oli, että toinen päällystekerros tulisi vasta kolmen vuoden kuluttua ensimmäisestä päällystekerroksesta. Toinen päällystekerros ajateltiin tehtäväksi siten, että keskikaistaa ei päällystetä ja ajokaistan ja keskikaistan liitos tehdään jyrsimällä. Näin ollen päädyttiin siihen, että kaide asennettiin 720 mm korkeuteen ensimmäisen päällystekerroksen päältä mitattuna (sama kuin lopullinen asennuskorkeus).

Toinen päällystekerros levitetään kuitenkin jo kesällä 2001 eli vuoden kuluttua ensimmäisestä päällystekerroksesta. Keskikaista on suunniteltu myös päällystettäväksi. Tulevan laatan paksuus on 4,0 cm, joten kaiteen lopulliseksi korkeudeksi tulee 680 mm toisen päällystekerroksen päältä mitattuna.

Keskikaiteen korkeutta (720 mm) on pidetty liian korkeana. Tapahtuneissa kaideonnettomuuksissa, jotka ovat lähinnä kaidekolhuja ja aineellisia vahinkoja aiheuttaneita, henkilöauton on arvioitu mahtuvan kaidejohteen alle. Tämä johtuu siitä, putkipalkkiprofiili ei ole yhtä korkea kuin tavallinen teräskaidejohde. Toteutetuissa kaiteen törmäyskokeissa keskikaide on toiminut kuitenkin hyväksyttävästi.

4.3.2 Masuunihiekkastabilointi

Rakennussuunnitelmassa kantava kerros oli suunniteltu stabiloitavaksi sementillä maabetoniksi paikallasekoitusmenetelmällä. Maabetonirakenne korvattiin masuunihiekkastabilointirakenteella (MHST-A). Siinä suurin osa sementistä korvattiin masuunihiekalla ja sementtiä käytettiin aktivaattorina vain pieni määrä. Masuunihiekka on terästeollisuudessa prosessin sivutuotteena syntyvä osa masuunikuonasta, mitä käytetään nykyään yleisesti side- ja rakennusaineena.

Kantavan kerroksen rakentaminen ja stabilointi suoritettiin kesällä 2000. Kii-latun louherakenteen päälle ajettiin # 0–28 mm kalliomursketta 25 cm pak-sulti, jonka yläosasta 20 cm stabiloitiin masuunihiekalla paikallasekoitusme-netelmällä. Keskikaista jätettiin stabiloimatta, koska siihen ei kohdistu kuor-mittavaa liikennettä. Masuunihiekka ajettiin kevättalven aikana Rautaruukin Raahen terästehtaalta tielinjan viereen välivarastoihin rekka-autoilla paluu-kuljetuksina muuta tavaraa kuljettavan kuljetusliikkeen toimesta. Hiekan väli-varastointi kasoissa on yksinkertaista. Kasoja ei tarvitse suojata sateelta, eikä hiekaista liukene ympäristöön mitään ainesosia haitallisia määriä.

Aikaisessa vaiheessa keväällä oli määritelty ennakkokokein masuunihiekan ja sementin seossuhteet sekä määrät tarvittavien ljuuksien saavuttamiseksi. Rakenteessa sementti toimi aktivaattorina alkulujuuden saavuttamiseksi ja masuunihiekka varsinaisena ljuuden antajana.

Masuunihiekkastabiloinnin työmenetelmä poikkesi tavanomaisesta maabe-tonoinnista vain siinä, että masuunihiekka levitettiin kantavan kerroksen päälle ennen sementin levittämistä. Levitys tapahtui kuorma-autoon kiinni-tetyllä liukulevittimellä. Tämä työvaihe voitiin tarvittaessa suorittaa myös en-nakkoon, vaikkapa päivä tai pari ennen sementin levitystä ja sekoitusjyrsin-tää.

Masuunihiekkastabiloinnissa yli 2/3 maabetonirakenteen sementtimäärästä voidaan korvata masuunihiekalla. Masuunihiekalla on myös se ominaisuus, että sitoutuminen alkaa kehittyä uudelleen mahdollisissa myöhemmissä vau-rio- tai halkeamiskohdissa.

Käytetty sementtimäärä 20 cm:n kerrokselle oli $5,5 \text{ kg/m}^2$ (1,2 %) ja ma-suunihiekan määrä 23 kg/m^2 (5,0 %). Sideaineiden %-osuudet käsiteltävän kerroksen maksimikuivatilavuuspainosta.

Tavoitepuristuslujuudeksi oli ennakkosuhteituksessa määritetty 5 MPa 91 vuorokauden ikäisenä. Saavutetut puristuslujuudet olivat keskiarvoltaan 28 vrk noin 2,5 MPa ja 91 vrk noin 3,8 MPa. Tavoitelujuuden voidaan olettaa saavutettavan noin vuoden ikäisenä ja lopulliseksi katsottavan puristuslujuu-den masuunihiekkastabilointi saavuttaa vasta vuosien päästä.

Kantavuusarvon keskiarvo ylittyi reilusti. Tavoitekantavuus ensimmäisen asfalttipäällysteen päältä oli 440 MN/m^2 ja mitattujen kantavuuksien keskiar-vo masuunihiekalla stabiloidulla osuudella oli 611 MN/m^2 . Keskiarvokanta-vuuden ylitys oli siis noin 40 %. Mittaukset tehtiin pudotuspainolaitteella noin 2 kk stabiloinnin jälkeen.

Hintasuhteeltaan masuunihiekkastabilointi on jonkin verran edullisempaa puhtaaseen sementtimaabetonointiin verrattuna. Raahesta tuotu ma-suunihiekka osoittautui pitkistä, noin 300 km:n kuljetusmatkasta huolimatta,

kilpailukykyiseksi sementtiä korvaavana aineena. Sementtimaabetonointiin verrattuna saavutettiin vajaan viidenneksen (20 %) säästö.

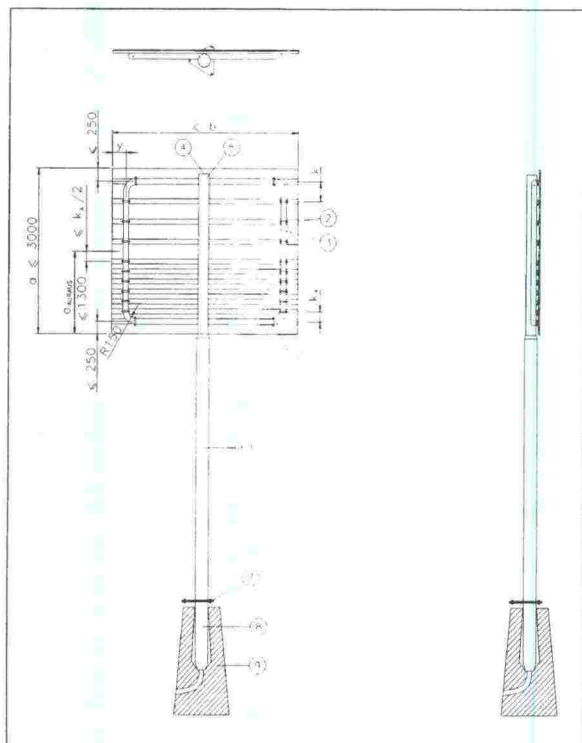
Masuunihiekkastabiloinnin urakoi Projekti- ja päällystysyksikön Pohjois-Suomen päällystysalue, aliurakoitsijoinaan Andament Oy ja SKJ-Yhtiöt Oy.

4.3.3 Törmäysturvalliset liikenteenohjauslaitteet

Vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti -hankkeelle rakennettiin törmäysturvallisia opastustauluja 47 kpl. Törmäysturvallisia opastustauluja on Suomessa rakennettu vähän, lähinnä Etelä-Suomen vilkkaille teille. Tyypipiirustukset laadittiin Tiehallinnon Tie- ja liikennetekniikka -yksikössä. Opastustaulujen tuet suunniteltiin sovellutuksena törmäysturvallisista valaisinpylväistä. Opastustaulujen tuet valmisti Tehomet Oy.

Taulujen jalustat tehtiin betonijalustoina sekä siipipaaluina. Betonijalustat toimitti Kouvolan sementtivalimo ja siipipaalut valmisti Kalajoen Konepaja Oy. Siipipaalujen asennuksen suoritti aliurakoitsija M. Rautio Oy. Betonijalustojen leveys vaihteli 600 - 900 mm ja korkeus 2000 - 2300 mm. Siipipaalun halkaisija oli 219,1 mm ja korkeus 2300 mm.

Mitoituksen taulujen tuille suoritti Tehomet Oy ja jalustoille Tielaitoksen konsultoinnin Etelä-Suomen yksikkö.



Kuva 4-7. Periaatekuva törmäysturvallisesta liikenteenohjauslaitteesta.

4.3.4 Keskikaiteen huoltoaukot

Rakennushankkeen loppuvaiheessa tuli kunnossapitäjien taholta esille toivomus toteuttaa kunnossapitokaluston kääntöpaikkoja ja keskikaiteeseen jätettäviä huoltoaukkoja, koska pitkä yhtäjaksoinen keskikaide vaikeuttaa tehokkaiden aurasreittien suunnittelua eritasoliittymiin. Tämä ongelma korostui entisestään, koska tieosuuden keskivaiheille suunnitellun Pellesmäen eritasoliittymän rakentaminen oli siirretty myöhempään ajankohtaan. Myös Pelastuslaitos toivoi pelastuskalustolle kääntöpaikkoja.

Selvitystyössä pohdittiin kaiteeseen tehtävien aukkojen aiheuttamaa liiketurvallisuusriskiä ja selvitettiin, voitaisiinko kääntöpaikat järjestää ali- tai ylikulkusiltojen yhteyteen rakennettavilla, vain kunnossapito- ja pelastuskaluston käyttöön tulevilla rampeilla. Tätä ratkaisua pidettiin kuitenkin kalliina ja ajatuksesta luovuttiin. Päädyttiin siihen, että koko hankkeelle rakennettiin viisi kääntöpaikkaa (kolme valtatielle 5 ja kaksi valtatielle 9) ja kolme keskikaiteeseen jätettyä aukkoa (kaksi kääntöpaikkojen yhteyteen ja yksi erikoiskuljetusreitin vuoksi).

Valtatielle 5 kapean nelikaistaisen tien osuudelle rakennettiin kaksi kääntöpaikkaa ja keskikaiteeseen jätettiin aukot, jotka suunniteltiin ensin suljettavaksi muulta liikenteeltä kauko-ohjattavilla puomeilla. Suunnittelutyön yhteydessä tuli kuitenkin ilmi, että luotettavasti toimivia kauko-ohjattavia turvallisuusvaatimukset täyttäviä puomeja ei löytynyt. Ongelmia ja epävarmuutta on myös puomilaitteiden tilantarpeesta (0,5 metriä) sekä niiden törmäysturvallisuudesta. Keskikaiteen puomien suhteen päädyttiinkin siihen, että aukot jätetään toistaiseksi avoimiksi ja samalla seurataan, aiheuttavatko ne vaaraa liikenteelle.

Kapean nelikaistaisen tien kääntöpaikat ja huoltoaukot sijaitsevat Vehmasmäen ja Pellesmäen risteyssillan puolivälissä (paalulla 14100) ja Hiltulanlahden eritasoliittymän läheisyydessä (paalulla 20300).

Mahdolliset puomiratkaisut tehdään käytännön kokemusten mukaan myöhemmin.



Kuva 4-8. Hiltulanlahdessa sijaitseva kääntöpaikka ja keskikaiteen huoltoaukko. Kuva rakennusajalta, kaiteen asennus vielä kesken.

5 KEHITTÄMISKOHTEET

5.1 Keskikaide

Putkipalkkikaiteen kaidetolppien lyönti asfaltin läpi onnistuu hyvin ainakin tällä hankkeella käytetyllä 1,5 m:n pylväspituudella. Kaidetolppien tunkeutuvuutta auttaa myös se, ettei keskikaistaa ole stabiloitu.

Tarkasteltavalla hankkeella on keskikaiteen johteet kiinnitetty kulmikkailla ruuveilla. On esitetty näkemyksiä, että kaiteen kulmikkaat ruuvit sekä myös kaiteen korkeus haittaavat jossain määrin talvikunnossapitoa. Muun muassa näitä seikkoja on pohdittu tarkemmin tiejakson kunnossapitoa käsittelevässä erillisessä selvityksessä.

Huoltoaukkojen sulkemismahdollisuuksia tulisi tutkia ja löytää Suomen oloihin sopivia kauko-ohjattavia puomiratkaisuja. Nyt markkinoilla olevien kauko-ohjattavien puomien toiminta törmäystilanteessa on epävarmaa ja käyttö saattaa olla jopa vaarallista.

5.2 Uudelleen päällystäminen

Kapean nelikaistaisen tien toinen päällystekerros tehdään kesällä 2001. Tarkemmat neuvottelut työn toteuttamiseksi ovat vielä tässä vaiheessa (huhtikuu 2001) kesken. Suunniteltaviin asioihin kuuluu mm. yleisen liikenteen ohjaaminen päällystystyön aikana. Vaihtoehtoina ovat yleisen liikenteen siirtäminen rinnakkaistielle tai päällystöiden tekeminen samalla tavoin, kuin kaksiajorataisella tiellä. Vaikeuksia voi aiheuttaa lähinnä keskikaistalle sijoitettava liikennemerkki, joka ei kapean nelikaistaisen tien keskikaistalle mahdu.

Putkipalkkikaiteen alustan päällystäminen on suunniteltu toteutettavan siten, että toista ajorataa päällystettäessä päällystemassa viedään mahdollisimman lähelle kaidetta levittimellä. Toisen ajoradan päällystämisen yhteydessä päällystemassaa joudutaan levittämään käsityönä. Myös kaiteen alustan massan tiivistäminen tärylevyllä joudutaan tekemään käsityönä. Keskikaiteesta aiheutuvan käsityönä tehtävän työn on laskettu sitovan yhden henkilön koko työn ajaksi.

5.3 Liikenteen ohjaus ongelmatilanteissa

Tietyyppivaihtoehtoja vertailtaessa tehtiin tarkastelua eri tietyyppien ongelmista mahdollisissa häiriötilanteissa ja näiden häiriöiden hallinta keinoja.

Vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti hankkeelle on laadittu alustava poikkeustilan liikennemerkkisuunnitelma, jota ei vielä ole kuitenkaan toteutettu. Suunnitelman mukaan liikenne on ohjattavissa rinnakkaistielle Hiltulanlahden ja Vehmasmäen eritasoliittymien välillä. Merkit olisivat peitettynä normaalitilanteessa. Nykyiselläänkin liikenne on ohjattavissa rinnakkaistielle, mutta se vaatii enemmän paikallista ohjausta poliisin toimesta.

6 YHTEENVETO

Tarkasteltavan hankkeen toteuttamista edelsi pitkä suunnittelujakso (19 vuotta), jonka aikana hankkeen rajaus, poikkileikkaus, tienkäyttäjien tarpeet ja piirin rahoituskehyykset ovat eläneet.

Toteutettavaksi ratkaisuksi vuonna 1998 valittiin Suomessa uusi poikkileikkaus – kapea nelikaistainen keskikaiteella varustettu tie.

Ratkaisuna kapea nelikaistainen tie sijoittuu perinteisen moottoriliikennetien ja moottoritien välille niin liikenteen toimivuuden, liikenneturvallisuuden kuin rakentamiskustannustenkin osalta. Kapean nelikaistaisen keskikaiteella varustetun tien toteutuneet kustannukset olivat noin 22 % pienemmät kuin moottoritien ja noin 26 % pienemmät kuin moottoriliikennetien ilman moottoritien varausta. Moottoritievarauksella (sillat ja maanlunastus) moottoriliikennetien kustannusero kapeaan nelikaistaiseen tiehen olisi ollut enää noin 3 %.

Toteutuksen kannalta kapean nelikaistaisen tien rakentaminen koettiin helpommaksi kuin moottoritien yhtenäisen poikkileikkauksen johdosta. Vt 5 Vehmasmäki – Hiltulanlahti hanke toteutettiin siten, että lähes kaikki mahdollinen työ kilpailutettiin. Urakat oli ositeltu sopivan kokoisiksi ja urakoiden rajapinnat olivat onnistuneesti määritetty, joten massojen kuljetuksissa ei tapahtunut ristiinajoa. Tämä oli yksi tekijä, joka mahdollisti hankkeen taloudellisen ja tehokkaan toteuttamisen.

Hankkeen toteutuksessa kokeiltiin uusia menetelmiä ja tekniikoita kuten, putkipalkkikaidetta keskikaiteena, masuunihiekkastabilointia ja törmäysturvallisia liikenteen ohjauslaitteita. Näistä saadut hyvät suunnittelu- ja rakennusaikaiset kokemukset rohkaisevat myös tulevien, uusien hankkeiden suunnittelua.

Tiejakson kunnossapitoon liittyviä toimenpiteitä ja tienkäyttäjien kokemuksia sekä turvallisuustilannetta seurataan erillisten projektien yhteydessä ja niistä saatavat tulokset auttavat osaltaan tietyppien jatkokehittämistä ja tietyppien vaikutusten arviointia.

100/100

ISSN 1457-9871
ISBN 951-726-783-5
TIEH 3200682